



## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

### Procedure for manufacturing composite material

also in an essentially metallic matrix a procedure for manufacturing composite material concerns arranged reinforcement fibers the invention, with which in an essentially metallic matrix aligned reinforcement fibers are arranged essentially parallel to each other.

The rapid development of the Fluyzeuyindustrie, space travel and rocket technology in the last years created a need according to materials with a singular and extraordinary combination of physical characteristics. This need expanded since far parts of the industry and does not stand any longer alone in the causal connection with the space or aircraft industry.

In particular a need at such essentially metallic materials resulted, which should be as more firmly as possible than steel and easier than aluminum.

Apart from small weight and high firmness become high thermal maximum stress, Korrosionsbeständiykeit and a high stability <RTI ID=9.1> /RTI< dynamic> loads as well as RTI <ID=9 geyen.2> resistance to vibrations< /RTI> demanded.

Materials, as for example aluminum, titanium and their alloys are from special interest in the use as matrix material for such composite materials, since they exhibit a relatively small density.

Like that is a procedure for the production of a composite material with on nickel, titanium, cobalt or aluminum basis developed a layer from <the RTI ID=9.Admits> 3< DE-AS> /RTI 21 18 848, on which fiber materials as for example tungsten, beryllium, stealing, boron, carbon or silicon carbide fibers as wound Endlosfasern, when pile fibers are arranged as fiber mats or, whereby the joints between the individual fibers with one of the metals RTI ID=9 <specified above.4> /RTI< are > poured. The disadvantage of the described procedure consists of the fact that excluding rotationally symmetric parts can be manufactured. The danger continues to exist that with according to large thicknesses or <RTI ID=9.5> Layen< /RTI> of the applied fibers that Only partly or not at all effected it fills the joints whereby substantial losses of the desired Festiykeit develop, because a power transmission matrix/fiber is present no longer completely.

Another procedure for the production of composite materials with the structure fiber and matrix material is from DE-OS 27 56 014 well-known. Only one layer of parallel aligned fibers is fastened on a aluminum foil substrate by a resin bonding agent. By composition of a pile of these volumes and consolidating as well as Miteinanderverbinden of the volumes under heating up and pressing at air a composite material is manufactured.

This procedure has however the disadvantage that itself the dimension of the finished group part or group body to <the RTI ID=10.1> Abmessunyen< /RTI> of the pressure plates, between which it is pressed, orients. The production of individual layers, consisting of <a RTI ID=10.2> aluminum foil substrate< /RTI> on layer only one with the help of a resin bonding agent is applied by parallel aligned threads, is understandably connected with temporal expenditure.

The use of resin bonding agent as an attachment assistance for the fiber layer leads in connection with applying the fibers and the associated temporal expenditure to high costs and is not not economically feasible thereby.

In the DE-OS 20 16 734 a procedure for the production becomes one with carbon fibers strengthened metal <RTI ID=11.1> to be described, < /RTI> with that carbon fibers with a fusionliquid metal be surrounded, which solidifies afterwards. With this procedure is the use of inert gas and/or.

the manufacturing under vacuum necessarily, in order to prevent an oxidation between the individual components.

<RTI ID=11.2> Nachteileily< /RTI> this procedure is because the Endbrm of the group part is dependent on the appearance of the mold, in which the fibers brought in, oriented and with the metal under vacuum or inert gas recast becomes.

Thereby the adjustment of the fibers which can be recast and the retention of this adjustment is difficult during the casting procedure. The production of a composite material by Aufsprühen of the matrix of forming basic materials in powder form by plasma spraying on a skeleton consisting of the fibers is well-known from the DE-OS 22 24 865.

In order to receive however composite materials of larger thicknesses, several must in this procedure <RTI ID=11.3> herystellte< /RTI> group parts to be superimposed and under use of pressure and temperature under inert gas be treated.

It is clear that with this described procedure the economic production of composite materials is not possible, there the plasma spraying of a fiber skeleton a processing step is and cutting and to piles of several in this way received foils a further, with which not linking processing step represents first.

This procedure is not continuously feasible also due to the following, absolutely necessary compression under inert gas or vacuum with pressure and temperature.

Task of the invention is to be created it in contrast to this a procedure for the continuous production of composite materials with aligned reinforcement elements, <the RTI ID=12.1> those-specified< /RTI> disadvantages of the procedures existing so far did not permit and an economic, cheap manufacture course beyond that.

This task is solved according to invention by the fact that the metal matrix is formed continuously sequentially on

powder metallurgy way under embedding the reinforcement fibers and consolidated continuously sequentially.

The procedure according to invention can be accomplished using Endlosfasern, which are to be introduced continuously to the procedure. In addition, it is the production of such composite materials using short or pile fibers and/or. Whisker and also the Benutzung of fabric and clutch of eggs from <RTI ID=13.fray> to 1 'erstärkungs' >/RTI for the production of such composite materials in the context of the procedure according to invention possible.

The procedure according to invention makes possible also the simultaneous and combined application of two or several of these possibilities.

For the production of bonding material under Benutzung of Endlosfasern one can form the metal matrix continuously around the continuously supplied Endlosfasern.

When using reinforcement fibers in the form of Kurzoder pile fibers and and/or. or one knows whisker these as reinforcement fibers used short or pile fibers and and/or. or whisker with the metallic powder planned for the formation of the matrix intimately mix and then the metal matrix with eingelegten reinforcement fibers from the mixture in the roller gap form and by rollers under education <of a RTI ID=13.2> ?becomes green? < to /RTI> of volume at the same time <RTI ID=13.3> consolidates, < /RTI> This latter function permits it easily, at the same time still Endlosfasern and and/or. to introduce or fabrics or clutches of eggs of reinforcement fibers continuously.

The procedure according to invention offers also the possibility of forming multi-layer group materials made of powdered matrix metal of same or different composition and of consolidating these situations together. One can form also different situations made of powdered matrix metal of same or different composition, which according to the reinforcement fibers differs, whereby under it also situations without RTI ID=14, contained <in them. To 1> Verstärkunys < /RTI> fray to be can.

<RTI ID=14.2> Erfindungsgemässinddabei < /RTI> fibers processable, those for example carbon Basen, mixed Karbitfasern, boron fibers, beryllium fibers, steel fibers, Borsicfasern, tungsten fibers, chrome fibers, nickel fibers, copper fibers, niobium fibers, molybdenum fibers, silver fibers and boron nitride fibers, in the form of Endlosfasern or short and/or pile fibers or whisker and also in form from it received fabrics and clutches of eggs.

One preferably remark possibility of the procedure according to invention for the production of a composite material volume can mark itself by the following steps: a) Bring the matrix metal into powder form into a powder chamber, which is arranged on two horizontal lying rollers.

b) Add the for example continuous fibers with the compression procedure by rollers in the pass.

c) Roll up the green volume to a federation.

d) Thermal treatment for the additional increase of the connection between fiber and matrix.

A characteristic of the invention is it that by adding of guidance mechanisms as for example partition plates in the powder chamber of composite materials can be manufactured, whose structure is multilevel or multi-layer. According to invention zones from strengthened and non-strengthened structure can be achieved by this mechanism by means of the volume cross section.

A further execution for an extremely oscillation-firm shaped part can be achieved by substitution of the partition plates by incoming fabrics or clutches of eggs.

A special advantage of the procedure according to invention is it that in this way also the reinforcement with short and/or. Pile fibers to take place knows, if desired, likewise in a layer structure.

In by bringing in separation and/or. Guide plates ge formed chambers can with Kurzund/or for pile fibers intimately mixed powders be entered thus alternatively, whereby matrix can consist the screen end metallic powder for example of aluminum or its alloys. Surprisingly with the fact it showed up that with the rolling procedure an orientation the short frays itself in Walzrichtung adjusts, whereby the rise of the firmness is substantial. It was shown that between 80 and 90% of the brought in short and/or. Pile fibers an orientation in longitudinal direction of the volume after consolidating used metallic powders in the pass experienced.

For the use as matrix material metallic powders, for example aluminum powders, come aluminum alloy powders or all those metallic powders infrage, whose density prefers an allocation to the light alloys made possible, whereby under it also alloys and/or. Alloy powders to be understood can.

As particularly favourable in the sense of the invention the use of powders turned out, whose particle shape is predominantly spratzig and lobar.

According to invention the used grain size of the metallic powders is to lie between 0,01 and 0.5 mm, preferentially between 0,04 and 0.2 mm.

That percentage by volume spratzigen grain at the entire powder is to amount to between 30% to 80%, preferentially between 40% to 60%.

When using continuous fibers for the production according to invention of the composite material manufactured in the procedure that is percentage by volume of the fibers 10 to 40%, preferentially between 20 and 30 volume.- %, amount to. The fiber diameter is between 10 to <RTI ID=17.1>, 100 around < /RTI> prefers between 20 to 50 <RTI ID=17.2> FM, < /RTI> lies.

When using short and/or. Pile fibers the fiber portion between 20 and 60 volume %, preferentially between 30 and 50 volume %, is to amount to. Lengthening/Durchmesser Verhältnis with short and/or. Pile fibers is more largely 10/1, <RTI ID=17.3> preferentially < /RTI> between 10/1 and 50/1, amounts to, since hereby the most favorable values for the transmission of the forces of matrix are obtained on the fiber portion.

In the case of use of a fabric or a clutch of eggs the permeability between 20 to 80%, between 40 to 60%, is to amount to preferential the entire fabric or clutch of eggs surface.

Execution forms according to invention of a composite material manufactured in the procedure are described on the basis a design.

Fig. 1 shows a strongly increased cut perpendicularly to the Walzrichtung by a from guidance form according to invention of the composite material with continuously stored fibers, manufactured in the procedure; Fig. shows 2 a strongly increased cut perpendicularly to the Walzrichtung by a made of guidance form in the procedure according to invention manufactured of the composite material with short and/or. Pile fibers; Fig. a strongly increased cut lowers

quite to the Walzrichtung by an execution form according to invention of the composite material with accounts nuclear fibers in the multilevel structure, manufactured in the procedure, points 3; Fig. a pattern for a preferential Durchführungsweise of the procedure shows 4.

As evident from figure 1, the continuous fibers 2 are in the metallic matrix 1, consisting of aluminum, aluminum alloy or another light alloy (alloy), embedded in the composite material 3. The fibers can consist thereby either of carbon (graphite), silicon carbide, boron, beryllium, steel, Borsic, boron nitride or tungsten, whereby the surface of these fibers with simple ones can be provided, which help to prevent on the one hand a damaging chemical reaction between fiber and matrix or only so far to permit that at the following thermal treatment the connection firmness takes place a favorable reaction or a simple one is used, which exhibits a very high adhesion to the used matrix metal.

This simple one can consist with the carbon fiber for example of nickel. Acquaintance way can laminate the separation that nickel from nickel connections in the dead procedure on the catalytically activated fiber surface to be applied.

In figure 2 a cut is put by August according to invention a guidance form of the composite material, with the Kurzoder pile fibers 4 is embedded in a metallic matrix 6, whereby the majority of the short and/or. Pile fibers an orientation in volume direction exhibit, while only isolates short or pile fibers of no adjustment are subjected., as this with 5 by transverse to the Walzrichtung extending (and therefore essentially längsgeschnitten and with 5 ' by diagonally for Walzrichtung extending (and therefore diagonally geschnitten short and/or. Pile fibers is suggested.

In figure 3 according to invention an execution form manufactured in the procedure is represented, with which in two layers 9 the arrangement of the continuous fibers 7 was made. The metallic matrix 10, in which the fibers 7 are embedded, can obtain thereby by the attitude of the direction or partition plates a separation of the fibers 7 by a separate supply of metallic powder, so that will receive an interface 8, consisting of the matrix metal, can. It is natural that this structure does not limit itself to the two-layered structure shown, but as many as desired layers as a function of the fiber diameter and the volume thickness of the group body producible are.

Verfahrensbeschreibung: After a favourable arrangement of the invention becomes the horizontal lying Verdichtungswalzen <RTI ID=20.1> angepasst< /RTI> powder chamber over conventional dosing equipment matrix the screen end metallic powder supplied and by the turning rollers in an adjustable pass consolidates. The supply of the continuous fibers is made through by the powder chamber arranged roles, on which the used fibers are rolled up. The feed motion of the fibers is caused thereby by the roller speed, which is in all other respects adjustable.

After leaving the pass of in this way received continuous group body this is rolled up to a role, which is then subjected to a thermal treatment. This thermal treatment takes place in an inert gas atmosphere, in order to avoid a resuming oxidation. The temperatures during the thermal treatment <RTI ID=21.1> reads.</RTI>

towards <RTI ID=21.2> be 2/3< /RTI> or 4/5 Ts (fusing temperature in degrees <of RTI ID=21.3> Celsius< /RTI> of the used light alloys and/or. the Leichtmetall-Legierung.

According to invention the possibility given by the procedure, a group body by mixture of Kurz bzw. To manufacture, thus the so-called whisker expands pile fibers with the metallic powder forming the matrix, also since haarförmige single crystals.

A very small number of transfer errors per unit volume and thus strengtheningnesses, those have whisker the theoretical value RTI ID=21 due to their very large length/Durchmesser-Verhältnisses of 100/1 <and more.4> E/IO< /RTI> very close come.

The group bodies received in the described procedure can be divided afterwards into segments and be processed to desired workpieces, whereby it is possible, buchsenförmige workpieces, for example bushes, to manufacture.

To continuous manufacturing of flat, <RTI ID=22.1> D. h.</RTI> bandförmigen or platinenförmigen composite materials, offers so the invention a new procedure, with which matrix screen end metallic powders with the reinforcement serving the fibers in a processing step are mechanically consolidated and the fibers are at the same time fixed in desired situation.

The supply of hot metallic powder into the pass can save thereby a following thermal treatment, if the metallic powder in its warmed up condition in the pass as well as the fibers is injected. The effective forces in the pass, arising with it, make possible it to cause a breaking of the oxide films and thus a connection of the powder particles among themselves and the used reinforcement elements. Those parameter which can be selected depend thereby on the desired volume dimensions of the group body which can be manufactured.

Here volume thickness, - spreads and - lengthens and by surface width of roll, diameter and surface roughness of the rollers determined the characteristics of the ?group body?.

That closes the roller speed, the pass and the powder height of the metallic powder over the pass on as well as the grain size and particle shape as well as Compression characteristics of the powder.

Example 1: As represented in figure 4, by way of supply reels 11, which are in large number of secondary and one behind the other arranged, the continuous fibers 13 of the powder chamber 12 wound on it are supplied. The adjustment of the fibers 13 takes place thereby over direction and/or. <RTI ID=23.1> partition plates< /RTI> 14, in order to receive a layer structure. The direction and/or. Partition plates are led directly in the powder chamber 12 to before the pass 15. By the turn of the two rollers 16, 17 in the powder chamber of 12 metallic powders present 18 together with the fibers 13 to a bandförmigen group body 19 one consolidates, which afterwards to a role 20 one rolls up and one processes afterwards.

Example 2: A group body from a metallic matrix 6 and therein embedded reinforcement elements 4, shown in figure 2, is reached by consolidating a metallic powder, which was mixed before intimately with the reinforcement elements and supplied then to the powder chamber.

The following compression of the homogenized mixture in the pass entails an orientation of the reinforcement elements, which <RTI ID=24.1> 2< /RTI> <RTI ID=24.2> 80%< /RTI> of the percentage by volume that reinforcement element it amounts to whereby in volume direction a firmness rise is obtained by substantial size.

Empty sheet



## Result Page

Notice: This translation is produced by an automated process; it is intended only to make the technical content of the original document sufficiently clear in the target language. This service is not a replacement for professional translation services. The esp@cenet® Terms and Conditions of use are also applicable to the use of the translation tool and the results derived therefrom.

Patent claims 1) Procedure for manufacturing composite material, with in an essentially metallic matrix in the wesent lichen parallel to each other aligned <RTI ID=1.1> Verstärkunys< /RTI> it frays arranged is characterized, by the fact that the metal matrix continuously sequentially on powder metallurgical <RTI ID=1.2> Wey< /RTI> under embedding <the RTI ID=1.3> Verstärkunys< /RTI> frays is formed and continuously sequentially consolidated.

2) Procedure according to requirement 1, by the fact characterized that the metal matrix is formed around continuously supplied Endlosfasern.

3) Procedure according to requirement 1 or 2, thereby <RTI ID=1.4> marked,< /RTI> that reinforcement fibers in the form of short or piles fray and and/or, or whisker with the metallic powder planned for the formation of the matrix are intimately mixed and that the metal matrix with embedded is formed reinforcement to fray from this mixture in the roller gap and consolidated by rollers under education of a green volume equivalent timely.

4) Procedure after one of the requirements 1 to 3, ge by the fact marks that several <RTI ID=2.1> Layen< /RTI> made of powdered matrix metal of same or different composition to be formed and consolidated together.

5) Procedure according to requirement 4, by the fact characterized that the different situations made of powdered matrix metal of same or different composition are formed, which according to the reinforcement fibers contained in them differs gyf. among them also situations without reinforcement fibers.

6) Procedure after one of the requirements 1 to 5, ge thus marks that the matrix metal and/or. the mixture is brought by matrix metal and reinforcement fibers in powder form into a powder chamber, which is arranged above the roller gap on two horizon valley lying rollers.

7) Procedure according to requirement 6, by the fact characterized that as reinforcement fibers <RTI ID=3.1> voryesehene< /RTI> Endlosfasern <RTI ID=3.2>< a /RTI> leads become.

8) Procedures according to requirement 6 or 7, thus identified-calibrate net that to the production of bonding material also under <RTI ID=3.3> schiealichen< /RTI> layers the powdered matrix metals planned for the education of the different situations and if necessary.

Reinforcement fibers and/or. Mixtures of powdered Matrixnetallen and short or pile fibers and and/or. or whisker in the desired <RTI ID=3.4> situation layer< /RTI> accordingly trained and arranged departments of the powder chamber to be brought in.

9) Procedures according to requirement 6 or 7, thus identified-calibrate net that to the production of bonding material also under schiedlichen situations of reinforcement fibers intended Endlosfasern into different ranges of the powder chamber between the powdered <RTI ID=3.5> Natrixmaterial< /RTI> to be introduced.

▲ top 10) Procedure according to requirement 9, by the fact characterized that the Endlosfasern are introduced to kind of or several range delimitations into the powder chamber and between in such a way formed range delimitations to the powder chamber is given to matrix material of different composition.

11) Procedure after one of the requirements 1 to 10, ge thus marks, that as powdered matrix material ME more tallpulver by grain size between 0,01 and 0.5 mm, vorzugt between 0,04 and 0.2 mm, is used.

12) Procedure after one of the requirements 1 to 11, ge by the fact marks that as powdered matrix material ME more tallpulver one uses, whose particle shape is predominantly spratzig and lobar.

13) Procedure according to requirement 12, marked by it that powdered matrix material is used, its percentage by volume spratzigen grain in the entire powder between 30% to 80%, preferentially between 40% to 60%, amounts to.

14) Procedure after one of the requirements 1 to 13, ge thus marks that when using Endlosfasern as reinforcement fibers that beträgt percentage by volume of the fibers 10% to 40%, preferentially between 20% and 30%.

15) Procedure after one of the requirements 1 to 13, ge thus marks that when using short and/or. Piles fray to that as reinforcement fibers percentage by volume of the fibers 20% to <RTI ID=4.1> 60,< /RTI> preferentially between 30% and 50%, amounts to.

16) Procedure after one of the requirements 1 to 13, by the fact characterized that in use of fabrics or clutches of eggs as reinforcement fibers the permeability between 20 to 80% prefers, between <RTI ID=5.1> 40< /RTI> to <RTI ID=5.2> 60 -4,< /RTI> of the entire fabric and/or. Clutch of eggs surface amounts to.

17) Procedure after one of the requirements 1 to 16, by the fact characterized that the diameter of the reinforcement fibers between RTI <ID=5, which can be used.3> 10 around< /RTI> and 100 m, prefers between <RTI ID=5.4> 20 to< /RTI> to <RTI ID=5.over>, /RTI is appropriate< for 5> 50.

18) Procedure after one of the requirements 1 to 17, by the fact characterized that when using short or piles fray to length diameters as reinforcement fibers the relationship of the fibers more largely than 10:1, prefers between 10:1 and 50:1, is.

19) Procedure marked RTI ID=5 after one of the requirements 1 to 18, by it that as matrix material such a metallic powder or metallic powder mixture is used <, its.6> Dittiedle< /RTI> <RTI ID=5.7> Zuordnuny< /RTI> to the light alloys justified.

20) Procedure according to requirement 19, thereby <RTI ID=6.1> is gekennzeichnet, </RTI> that as matrix material a powder from aluminum or Aluminiumlegierung is used.

21) Procedure after one of the requirements 1 to 20, by the fact characterized that as reinforcement fibers Endlosfasern and and/or. or short or pile fibers and and/or. or fabrics or clutches of eggs on the following basis, however or in mixtures to be used: Carbon, silicon carbide, boron, beryllium, stealing, bad IC, tungsten, chrome, nickel, copper, niobium, molybdenum, silver and boron nitride fibers.

22) Procedure after one of the requirements 1 to 21, by the fact characterized that the composite material after seal the matrix of an additional thermal treatment for the increase <of the RTI ID=6. One subjects> to 2< Bindung> /RTI between the reinforcement fibers and the matrix.

23) Procedure according to requirement <RTI ID=6.3> 2?, </RTI> by the fact characterized that the thermal treatment under inert gas atmosphere is accomplished.

24) Procedure according to requirement 22 or 23, thereby <RTI ID=7.1> identified </RTI> draws that with matrix material on light alloy basis the temperatures of the thermal treatment between 2/3 and <RTI ID=7.2> 4/5 </RTI> Ts (fusing temperature in degrees Celsius) turned light alloys and/or. <RTI ID=7.3> light alloy Legierung </RTI> lies.

25) Procedure after one of the requirements 22 to 24, by the fact characterized that on production of the bonding material in form of a green volume this green volume in condition of the thermal treatment rolled up to a volume is subjected.

51

Int. Cl. 3:

**B 22 F 3/00**

19 **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES**



**PATENTAMT**

*Goldbrunnenpatentamt*

11

# **Offenlegungsschrift 29 28 955**

21

Aktenzeichen:

P 29 28 955.2

22

Anmeldetag:

18. 7. 79

43

Offenlegungstag:

12. 2. 81

30

Unionspriorität:

32 33 31

54

Bezeichnung:

Verfahren zum Herstellen von Verbundwerkstoff mit in einer im wesentlichen metallischen Matrix angeordneten Verstärkungsfasern

71

Anmelder:

Glyco-Metall-Werke Daelen & Loos GmbH, 6200 Wiesbaden

72

Erfinder:

Sternisa, Danilo, Ing.(grad.), 7830 Emmendingen;  
Hodes, Erich, Dipl.-Chem. Dr., 6365 Rosbach; Schneider, Walter,  
Ing.(grad.), 6335 Nauheim

**DE 29 28 955 A 1**

**DE 29 28 955 A 1**

## PATENTANWALT DIPL.-PHYS. HEINRICH SEIDS

62 Wiesbaden · Bierstadter Höhe 15 · Postfach 12068 · Telefon (0 61 21) 56 53 82

Postscheck Frankfurt/Main 1810 08 - 602 · Bank Deutsche Bank 395 63 72 · Nass. Sparkasse 108 00 30 65

Glyco-Metall-Werke  
Daellen & Loos GmbHWiesbaden, den 27. Juni 1979  
G 478 S/rd

## P a t e n t a n s p r ü c h e

=====

- 1) Verfahren zum Herstellen von Verbundwerkstoff, bei dem  
in einer im wesentlichen metallischen Matrix im wesent-  
lichen parallel zueinander ausgerichtete Verstärkungs-  
fasern angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass  
5 die Metallmatrix kontinuierlich fortlaufend auf pulver-  
metallurgischem Weg unter Einbetten der Verstärkungs-  
fasern gebildet und kontinuierlich fortlaufend verdichtet  
wird.
- 2) Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Metallmatrix um kontinuierlich zugeführte  
Endlosfasern herum gebildet wird.
- 3) Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,  
dass Verstärkungsfasern in Form von Kurz- oder Stapel-  
fasern und bzw. oder Whisker mit dem zur Bildung der  
15 Matrix vorgesehenen Metallpulver innig vermischt werden

2928955

und dass die Metallmatrix mit eingebetteten Verstärkungsfasern aus diesem Gemisch im Walzenspalt gebildet und durch Walzen unter Bildung eines grünen Bandes gleichzeitig verdichtet wird.

- 5    4) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Lagen aus pulverförmigem Matrixmetall gleicher oder verschiedener Zusammensetzung gebildet und gemeinsam verdichtet werden.
- 10    5) Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die verschiedenen Lagen aus pulverförmigem Matrixmetall gleicher oder verschiedener Zusammensetzung gebildet werden, die sich hinsichtlich der in ihnen enthaltenen Verstärkungsfasern unterscheiden, ggf. darunter auch Lagen ohne Verstärkungsfasern.
- 15    6) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmetall bzw. das Gemisch von Matrixmetall und Verstärkungsfasern in Pulverform in eine Pulverkammer eingebracht wird, die auf zwei horizontal liegenden Walzen oberhalb des Walzenspalts angeordnet ist.
- 20

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED



2928955

- 7) Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Verstärkungsfasern vorgesehene Endlosfasern eingeführt werden.
- 5 8) Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung von Verbundmaterial mit unterschiedlichen Lagen die zur Bildung der unterschiedlichen Lagen vorgesehenen pulverförmigen Matrixmetalle und ggf. Verstärkungsfasern bzw. Gemische von pulverförmigen Matrixmetallen und Kurz- oder Stapelfasern und bzw. oder  
10 Whisker in der gewünschten Lagenanordnung entsprechend ausgebildete und angeordnete Abteilungen der Pulverkammer eingebracht werden.
- 15 9) Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung von Verbundmaterial mit unterschiedlichen Lagen Verstärkungsfasern vorgesehene Endlosfasern in verschiedene Bereiche der Pulverkammer zwischen das pulverförmige Matrixmaterial eingeführt werden.
- 20 10) Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Endlosfasern in Art von einer oder mehreren Bereichsbegrenzungen in die Pulverkammer eingeführt und Matrixmaterial verschiedener Zusammensetzung zwischen die so gebildeten Bereichsbegrenzungen in die Pulverkammer eingegeben werden.

030067/0128

2928955

- 11) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass als pulverförmiges Matrixmaterial Metallpulver mit Korngrösse zwischen 0,01 und 0,5 mm, bevorzugt zwischen 0,04 und 0,2 mm, verwendet wird.
- 5 12) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass als pulverförmiges Matrixmaterial Metallpulver verwendet wird, dessen Kornform überwiegend spratzig und keulenförmig ist.
- 10 13) Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass pulverförmiges Matrixmaterial benutzt wird, dessen Volumen-Anteil des spratzigen Korn am gesamten Pulver zwischen 30% bis 80%, bevorzugt zwischen 40% bis 60%, beträgt.
- 15 14) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung von Endlosfasern als Verstärkungsfasern der Volumen-Anteil der Fasern 10% bis 40%, bevorzugt zwischen 20% und 30%, beträgt.
- 20 15) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung von Kurz- bzw. Stapelfasern als Verstärkungsfasern der Volumen-Anteil der Fasern 20% bis 60%, bevorzugt zwischen 30% und 50%, beträgt.

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

2928955

- 16) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung von Geweben oder Gelegen als Verstärkungsfasern die Durchlässigkeit zwischen 20 bis 80%, bevorzugt zwischen 40% bis 60%,  
5 der gesamten Gewebe- bzw. Gelegefläche beträgt.
- 17) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchmesser der zu verwendenden Verstärkungsfasern zwischen 10  $\mu\text{m}$  und 100  $\mu\text{m}$ , bevorzugt zwischen 20  $\mu\text{m}$  bis 50  $\mu\text{m}$ , liegt.
- 10 18) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung von Kurz- oder Stapelfasern als Verstärkungsfasern das Längen-Durchmesser-Verhältnis der Fasern grösser als 10:1, bevorzugt zwischen 10:1 und 50:1, ist.
- 15 19) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass als Matrixmaterial ein solches Metallpulver oder Metallpulver-Gemisch verwendet wird, dessen Dichte die Zuordnung zu den Leichtmetallen gerechtfertigt.

030067/0128

2928955

- 20) Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet,  
dass als Matrixmaterial ein Pulver aus Aluminium  
oder Aluminiumlegierung benutzt wird.
- 21) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch  
gekennzeichnet, dass als Verstärkungsfasern Endlosfasern  
und bzw. oder Kurz- oder Stapelfasern und bzw. oder  
Gewebe oder Gelege auf folgender Basis, allein oder in  
Gemischen benutzt werden:  
Kohlenstoff-, Siliziumkarbid-, Bor-, Beryllium-,  
Stahl-, Bosc-, Wolfram-, Chrom-, Nickel-, Kupfer-, Niob-,  
Molybdän-, Silber- und Bornitrid-Fasern.
- 22) Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch  
gekennzeichnet, dass der Verbundwerkstoff nach dem Ver-  
dichten der Matrix einer zusätzlichen Wärmebehandlung  
zur Erhöhung der Bindung zwischen den Verstärkungsfasern  
und der Matrix unterworfen wird.
- 23) Verfahren nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass  
die Wärmebehandlung unter Schutzgasatmosphäre durchgeführt  
wird.

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

2928955

- 24) Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, dass bei Matrixmaterial auf Leichtmetallbasis die Temperaturen der Wärmebehandlung zwischen  $2/3$  und  $4/5$   $T_s$  (Schmelztemperatur in Grad Celsius) der verwendeten Leichtmetalle bzw. Leichtmetall-Legierungen liegen.
- 5
- 25) Verfahren nach einem der Ansprüche 22 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass bei Herstellung des Verbundmaterials in Form eines grünen Bandes dieses grüne Band in zu
- 10
- einem Band aufgewickelten Zustand der Wärmebehandlung unterworfen wird.

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

2928955

Glyco-Metall-Werke  
Daelen & Loos GmbH  
6200 Wiesbaden

=====

Verfahren zum Herstellen von Verbundwerkstoff  
mit in einer im wesentlichen metallischen Matrix  
angeordneten Verstärkungsfasern

=====

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen von  
Verbundwerkstoff, bei dem in einer im wesentlichen me-  
tallischen Matrix im wesentlichen parallel zueinander  
ausgerichtete Verstärkungsfasern angeordnet sind.

- 5 Die rasche Entwicklung der Flugzeugindustrie, der Raum-  
fahrt und Raketentechnik in den letzten Jahren schuf einen  
Bedarf nach Materialien mit einer einzigartigen und  
ausserordentlichen Kombination physikalischer Eigen-  
schaften. Dieser Bedarf hat sich auf weite Teile der  
10 Industrie ausgedehnt und steht nicht mehr allein im  
ursächlichen Zusammenhang mit der Raum- oder Luftfahrt-  
industrie.

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

2928955

Insbesondere hat sich ein Bedarf an solchen im wesentlichen metallischen Werkstoffen ergeben, die möglichst fester als Stahl und leichter als Aluminium sein sollen. Neben geringem Gewicht und hoher Festigkeit werden

5 hohe thermische Belastbarkeit, Korrosionsbeständigkeit und eine hohe Beständigkeit gegen dynamische Belastungen sowie Schwingungsfestigkeit gefordert.

Materialien, wie beispielsweise Aluminium, Titan und deren Legierungen sind von besonderem Interesse für die Ver-

10 wendung als Matrixmaterial für solche Verbundwerkstoffe, da sie eine relativ geringe Dichte aufweisen.

So ist ein Verfahren zur Herstellung eines Verbundwerkstoffes mit einer auf Nickel-, Titan-, Kobalt- oder Aluminium-Basis aufgebauten Schicht aus der DE-AS

15 21 18 848 bekannt, auf welche Faserwerkstoffe wie beispielsweise Wolfram-, Beryllium-, Stahl-, Bor-, Kohlenstoff- oder Siliziumkarbid-Fasern als gewickelte Endlosfasern, als Stapelfasern oder als Fasermatten angeordnet sind, wobei die Fugen zwischen den einzelnen Fasern mit

20 einem der oben genannten Metalle vorgossen sind. Der Nachteil des beschriebenen Verfahrens besteht darin, dass ausschliesslich rotationssymmetrische Teile gefertigt werden können. Weiter besteht die Gefahr, dass bei entsprechend großen Dicken oder Lagen der aufgetragenen Fasern das

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

- 10 -

2928955

Ausgiessen der Fugen nur teilweise oder gar nicht erfolgt, wodurch erhebliche Verluste der gewünschten Festigkeit entstehen, weil eine Kraftübertragung Matrix/Faser nicht mehr vollständig vorliegt.

5 Ein anderes Verfahren zur Herstellung von Verbundwerkstoffen mit dem Aufbau Faser und Matrixmaterial ist aus DE-OS 27 56 014 bekannt. Eine einzige Schicht von parallel ausgerichteten Fasern wird auf einem Aluminium-Folien-substrat durch ein Harzbindemittel befestigt. Durch  
10 Zusammensetzung eines Stapels dieser Bänder und Verdichten sowie Miteinanderverbinden der Bänder unter Erhitzen und Pressen an Luft wird ein Verbundwerkstoff hergestellt. Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass sich die Abmessung des fertigen Verbundteiles oder Verbundkörpers  
15 an den Abmessungen der Druckplatten, zwischen denen es gepresst wird, orientiert. Die Herstellung einzelner Schichten, bestehend aus einem Aluminiumfoliensubstrat , auf der mit Hilfe eines Harzbindemittels eine einzige Schicht von parallel ausgerichteten Fäden aufgebracht ist,  
20 ist verständlicherweise mit zeitlichem Aufwand verbunden. Die Verwendung von Harzbindemittel als Befestigungshilfe für die Faserschicht führt im Zusammenhang mit dem Aufbringen der Fasern und dem damit verbundenen zeitlichen Aufwand zu hohen Kosten und ist damit nicht wirtschaftlich  
25 durchführbar.

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED



2928955

In der DE-OS 20 16 734 wird ein Verfahren zur Herstellung eines mit Kohlenstoff-Fasern verstärktes Metall beschrieben, bei dem Kohlenstoff-Fasern mit einem schmelzflüssigen Metall umgeben werden, welches anschliessend erstarrt. Bei  
5 diesem Verfahren ist die Anwendung von Schutzgas bzw. die Fertigung unter Vakuum notwendig, um eine Oxidation zwischen den einzelnen Komponenten zu verhindern.

Nachteilig ist dieses Verfahren deswegen, weil die Endform des Verbundteiles abhängig von dem Aussehen der Gußform  
10 ist, in der die Fasern eingebracht, orientiert und mit dem Metall unter Vakuum oder Schutzgas umgossen werden. Schwierig ist dabei die Fixierung der zu umgießenden Fasern und der Beibehaltung dieser Fixierung während des Gießvorganges. Die Herstellung eines Verbundwerkstoffes  
15 durch Aufsprühen der Matrix bildenden Ausgangsstoffe in Pulverform durch Plasmaspritzen auf ein aus den Fasern bestehendes Skelett ist aus der DE-OS 22 24 865 bekannt.

Um jedoch Verbundwerkstoffe grösserer Dicken zu erhalten, müssen mehrere nach diesem Verfahren hergestellte Ver-  
20 bundteile aufeinandergelegt und unter Anwendung von Druck und Temperatur unter Schutzgas behandelt werden.

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

2928955

Es leuchtet ein, dass mit diesem beschriebenen Verfahren die wirtschaftliche Herstellung von Verbundwerkstoffen nicht möglich ist, da das Plasmaspritzen eines Faser-  
skelettes ein Arbeitsgang ist und das Schneiden und  
5 Stapeln mehrerer auf diese Weise erhaltenen Folien ein weiterer, mit dem ersten nicht zu verknüpfender Arbeitsgang dárstellt.

Nicht kontinuierlich durchführbar ist dieses Verfahren auch aufgrund der anschliessenden, unbedingt notwendigen  
10 Verdichtung unter Schutzgas oder Vakuum durch Druck und Temperatur.

Aufgabe der Erfindung ist es demgegenüber ein Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung von Verbundwerkstoffen mit ausgerichteten Verstärkungselementen zu schaffen,  
15 das die aufgeführten Nachteile der bisher bestehenden Verfahren nicht hat und darüber hinaus einen wirtschaftlichen, billigen Herstellungsgang gestattet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Metallmatrix kontinuierlich fortlaufend auf pulver-  
20 metallurgischem Weg unter Einbetten der Verstärkungsfasern gebildet und kontinuierlich fortlaufend verdichtet wird.

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

Das erfindungsgemässe Verfahren kann unter Verwendung von Endlosfasern durchgeführt werden, die kontinuierlich in das Verfahren einzuführen sind. Es ist aber auch die Herstellung von derartigen Verbundwerkstoffen unter Benutzung von Kurz- oder Stapelfasern bzw. Whisker und auch die Benutzung von Gewebe und Gelege aus Verstärkungsfasern für die Herstellung von derartigen Verbundwerkstoffen im Rahmen des erfindungsgemässen Verfahrens möglich. Das erfindungsgemässe Verfahren ermöglicht auch die gleichzeitige und kombinierte Anwendung zweier oder mehrerer dieser Möglichkeiten.

Für die Herstellung von Verbundmaterial unter Benutzung von Endlosfasern kann man die Metallmatrix kontinuierlich um die kontinuierlich zugeführten Endlosfasern herum bilden.

Bei Verwendung von Verstärkungsfasern in Form von Kurz- oder Stapelfasern und bzw. oder Whisker kann man diese als Verstärkungsfasern benutzten Kurz- oder Stapelfasern und bzw. oder Whisker mit dem zur Bildung der Matrix vorgesehenen Metallpulver innig vermischen und dann die Metallmatrix mit eingebetteten Verstärkungsfasern aus dem Gemisch im Walzenspalt bilden und durch Walzen unter Bildung eines "grünen" Bandes gleichzeitig verdichten.

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED -

2928955

Diese letztere Arbeitsweise lässt es ohne weiteres zu, gleichzeitig noch Endlosfasern und bzw. oder Gewebe oder Gelege von Verstärkungsfasern kontinuierlich einzuführen.

Das erfindungsgemässe Verfahren bietet auch die Möglichkeit,  
5 mehrlagige Verbundstoffe aus pulverförmigem Matrixmetall gleicher oder verschiedener Zusammensetzung zu bilden und diese Lagen gemeinsam zu verdichten. Man kann auch verschiedene Lagen aus pulverförmigem Matrixmetall gleicher oder verschiedener Zusammensetzung bilden, die sich hin-  
10 sichtlich der in ihnen enthaltenen Verstärkungsfasern unterscheiden, wobei darunter auch Lagen ohne Verstärkungsfasern sein können.

Erfindungsgemäss sind dabei Fasern verarbeitbar, die beispielsweise Kohlenstoff-Basen, gemischten Karbitfasern,  
15 Borfasern, Berylliumfasern, Stahlfasern, Borsicfasern, Wolframfasern, Chromfasern, Nickelfasern, Kupferfasern, Niobfasern, Molybdänfasern, Silberfasern und Bornitridfasern, und zwar in Form von Endlosfasern oder Kurz- und/oder Stapelfasern oder Whisker und auch in Form daraus  
20 erhaltener Gewebe und Gelege.

Eine vorzugsweise Ausführungsmöglichkeit des erfindungsgemässen Verfahrens zur Herstellung eines Verbundwerkstoffbandes kann sich durch die folgenden Schritte kennzeichnen:

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

2928955

- 5
- a) Einbringen des Matrixmetalls in Pulverform in eine Pulverkammer, welche auf zwei horizontal liegenden Walzen angeordnet ist.
  - b) Hinzufügen der beispielsweise kontinuierlichen Fasern beim Verdichtungsvorgang durch Walzen im Walzspalt.
  - c) Aufwickeln des grünen Bandes zu einem Bund.
  - d) Wärmebehandlung zur zusätzlichen Erhöhung der Bindung zwischen Faser und Matrix.

10

Ein Merkmal der Erfindung ist es, dass durch die Hinzufügung von Leiteinrichtungen wie beispielsweise Trennbleche in der Pulverkammer Verbundwerkstoffe gefertigt werden können, deren Aufbau mehrschichtig oder mehrlagig ist. Durch diese erfindungsgemässe Einrichtung können über den Bandquerschnitt Zonen aus verstärktem und unver-

15

stärktem Aufbau erreicht werden.

Eine weitere Ausführung für ein extrem schwingungsfestes Formteil kann durch Substitution der Trennbleche durch einlaufende Gewebe oder Gelege erreicht werden.

20

Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens ist es, dass auf diese Weise auch die Verstärkung mit Kurz- bzw. Stapelfasern erfolgen kann, und zwar wenn gewünscht, ebenfalls in einem Schichtaufbau.

In die durch Einbringen von Trenn- bzw. Leitbleche ge-

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

2928955

bildeten Kammern können somit wahlweise mit den Kurz- und/oder Stapelfasern innig gemischte Pulver eingegeben werden, wobei das Matrix bildende Metallpulver beispielsweise aus Aluminium oder dessen Legierungen bestehen kann. Überraschenderweise hat sich dabei gezeigt, dass sich beim Walzvorgang eine Orientierung der Kurzfasern in Walzrichtung einstellt, wodurch der Anstieg der Festigkeit erheblich ist. Es hat sich gezeigt, dass zwischen 80 und 90% der eingebrachten Kurz- bzw. Stapelfasern eine Orientierung in Längsrichtung des Bandes nach dem Verdichten des verwendeten Metallpulver im Walzspalt erfahren haben.

Für die Verwendung als Matrixmaterial kommen Metallpulver, beispielsweise Aluminiumpulver, Aluminiumlegierungspulver oder all diejenigen Metallpulver infrage, deren Dichte bevorzugt eine Zuordnung zu den Leichtmetallen ermöglicht, wobei darunter auch Legierungen bzw. Legierungspulver verstanden werden können.

Als besonders vorteilhaft im Sinne der Erfindung hat sich die Verwendung von Pulvern herausgestellt, deren Kornform überwiegend spratzig und keulenförmig ist. Erfindungsgemäss soll die verwendete Korngrösse der Metallpulver zwischen 0,01 und 0,5 mm, bevorzugt zwischen 0,04 und 0,2 mm, liegen.

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

2928955

Der Volumen-Anteil des spratzigen Korn am gesamten Pulver soll zwischen 30% bis 80%, bevorzugt zwischen 40% bis 60%, betragen.

5 Bei der Verwendung von kontinuierlichen Fasern für die Herstellung des nach dem erfindungsgemässen Verfahren gefertigten Verbundwerkstoffes soll der Volumen-Anteil der Fasern 10 bis 40%, bevorzugt zwischen 20 und 30 Vol.-%, betragen. Der Faserdurchmesser soll zwischen 10 bis 100  $\mu\text{m}$  bevorzugt zwischen 20 bis 50  $\mu\text{m}$ , liegen.

10 Bei Verwendung von Kurz- bzw. Stapelfasern soll der Faseranteil zwischen 20 und 60 Vol.-%, bevorzugt zwischen 30 und 50 Vol.-%, betragen. Das Längen/Durchmesser Verhältnis bei Kurz- bzw. Stapelfasern soll grösser 10/1, bevorzugt zwischen 10/1 und 50/1, betragen, da hiermit die günstigsten Werte für die Übertragung der Kräfte von Matrix auf

15 den Faseranteil erzielt werden.

Bei Verwendung eines Gewebes oder Geleges soll die Durchlässigkeit zwischen 20 bis 80%, bevorzugt zwischen 40 bis 60%, der gesamten Gewebe- oder Gelegefläche betragen.

20 Ausführungsformen eines nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Verbundwerkstoffes werden anhand einer Zeichnung erläutert.

030067/0128

2928955

5 Fig. 1 zeigt einen stark vergrößerten Schnitt senkrecht zur Walzrichtung durch eine Ausführungsform des nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Verbundwerkstoffes mit kontinuierlich eingelagerten Fasern;

10 Fig. 2 zeigt einen stark vergrößerten Schnitt senkrecht zur Walzrichtung durch eine Ausführungsform des nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Verbundwerkstoffes mit Kurz- bzw. Stapelfasern;

15 Fig. 3 zeigt einen stark vergrößerten Schnitt senkrecht zur Walzrichtung durch eine Ausführungsform des nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellten Verbundwerkstoffes mit kontinuierlichen Fasern im mehrschichtigen Aufbau;

Fig. 4 zeigt ein Schema für eine bevorzugte Durchführungsweise des Verfahrens.

20 Wie aus Figur 1 ersichtlich, sind im Verbundwerkstoff 3 die kontinuierlichen Fasern 2 in der metallischen Matrix 1, bestehend aus Aluminium, Aluminiumlegierung oder einem anderen Leichtmetall-(Legierung), eingebettet. Die Fasern können dabei entweder aus Kohlenstoff (Graphit), Siliziumkarbid, Bor, Beryllium, Stahl, Borsic, Bornitrid oder Wolfram bestehen, wobei die Oberfläche dieser Fasern

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED



mit einer Schlichte versehen sein können, die zum einen eine schädigende chemische Reaktion zwischen Faser und Matrix verhindern helfen oder nur so weit zulassen, dass bei der anschliessenden Wärmebehandlung zwar eine die Bindungsfestigkeit förderliche Reaktion stattfindet oder eine  
5 Schlichte verwendet wird, welche eine sehr hohe Adhäsion zum verwendeten Matrixmetall aufweist.

Diese Schlichte kann bei der Kohlenstoffaser beispielsweise aus Nickel bestehen. Bekannterweise kann die Ab-  
10 scheidung der Nickelschichten aus Nickelverbindungen im stromlosen Verfahren auf die katalytisch aktivierte Faseroberfläche aufgebracht werden.

In Figur 2 ist ein Schnitt durch eine erfindungsgemässe Ausführungsform des Verbundwerkstoffes gelegt, bei der Kurz-  
15 oder Stapelfasern 4 eingebettet sind in einer metallischen Matrix 6, wobei der Großteil der Kurz- bzw. Stapelfasern eine Orientierung in Bandrichtung aufweisen, während nur vereinzelt Kurz- oder Stapelfasern keiner Ausrichtung unterworfen sind., wie dies bei 5 durch sich quer zur  
20 Walzrichtung erstreckende (und deshalb im wesentlichen längsgeschnitten) und bei 5' durch sich schräg zur Walzrichtung erstreckende (und deshalb schräg geschnittene) Kurz- bzw. Stapelfasern angedeutet ist.

In Figur 3 ist eine nach dem erfindungsgemässen Verfahren hergestellte Ausführungsform dargestellt, bei der in zwei Schichten 9 die Anordnung der kontinuierlichen Fasern 7 vorgenommen worden ist. Die metallische Matrix 10, in der die Fasern 7 eingebettet sind, kann dabei durch die Einstellung der Leit- oder Trennbleche eine Trennung der Fasern 7 durch eine separate Zuführung von Metallpulver erwirken, so dass eine Trennschicht 8, bestehend aus dem Matrixmetall, erhalten werden kann. Es ist selbstverständlich, dass sich dieser Aufbau nicht auf den gezeigten zweischichtigen Aufbau begrenzt, sondern beliebig viele Schichten in Abhängigkeit von dem Faserdurchmesser und der Banddicke des Verbundkörpers produzierbar sind.

Verfahrensbeschreibung:

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird eine den horizontal liegenden Verdichtungswalzen angepasste Pulverkammer über herkömmliche Dosiereinrichtungen das Matrix bildende Metallpulver zugeführt und durch die sich drehenden Walzen in einem regulierbaren Walzspalt verdichtet. Die Zuführung der kontinuierlichen Fasern erfolgt durch über der Pulverkammer angeordnete Rollen, auf denen die verwendeten Fasern aufgewickelt sind. Der Vorschub der Fasern wird dabei durch die Walzengeschwindigkeit, welche im übrigen regulierbar ist, hervorgerufen.

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

2928955

- 5 Nach Verlassen des Walzspaltes des auf diese Weise erhaltenen kontinuierlichen Verbundkörpers wird dieser zu einer Rolle aufgewickelt, welche dann einer Wärmebehandlung unterworfen wird. Diese Wärmebehandlung erfolgt in einer Schutzgasatmosphäre, um eine weiterführende Oxidation zu vermeiden. Die Temperaturen während der Wärmebehandlung liegen bei  $\frac{2}{3}$  oder  $\frac{4}{5}$   $T_s$  (Schmelztemperatur in Grad Celsius) der verwendeten Leichtmetalle bzw. der Leichtmetall-Legierung.
- 10 Die durch das erfindungsgemässe Verfahren gegebene Möglichkeit, einen Verbundkörper durch Mischung von Kurz- bzw. Stapelfasern mit dem die Matrix bildenden Metallpulver herzustellen, dehnt sich somit auch auf haarförmige Einkristalle, die sogenannten Whisker, aus.
- 15 Whisker haben infolge ihres sehr grossen Länge/Durchmesser-Verhältnisses von 100/1 und mehr eine sehr geringe Zahl von Versetzungsfehlern pro Volumeneinheit und damit Festigkeiten, die dem theoretischen Wert  $E/10$  sehr nahe kommen.
- 20 Die nach dem beschriebenen Verfahren erhaltenen Verbundkörper können anschliessend in Segmente zerteilt werden und zu gewünschten Werkstücken weiterverarbeitet werden, wobei es möglich ist, buchsenförmige Werkstücke, beispielsweise Lagerbuchsen, herzustellen.

030067/0128

2928955

5 Zum kontinuierlichen Herstellen von flachen, d.h. bandförmigen oder platinenförmigen Verbundwerkstoffen, bietet so die Erfindung ein neuartiges Verfahren, bei dem das Matrix bildende metallische Pulver mit den der Verstärkung dienenden Fasern in einem Arbeitsgang mechanisch verdichtet und dabei gleichzeitig die Fasern in gewünschter Lage fixiert werden.

10 Die Zuführung von heissem Metallpulver in den Walzspalt kann dabei eine anschliessende Wärmebehandlung einsparen, wenn das Metallpulver in seinem erwärmten Zustand im Walzspalt zusammen mit den Fasern verpresst wird. Die dabei auftretenden wirksamen Kräfte im Walzspalt ermöglichen es, ein Aufreissen der Oxidhäute und dadurch eine Verbindung der Pulverpartikel untereinander und den verwendeten Verstärkungselementen herbeizuführen. Die zu  
15 wählenden Parameter richten sich dabei nach den gewünschten Bandabmessungen des zu fertigenden Verbundkörpers. Hierbei werden Banddicke, -breite und -länge und die Eigenschaften des "Verbundkörpers" durch Ballenbreite, Durchmesser und Oberflächenrauigkeit der Walzen be-  
20 stimmt.

Dem schliesst sich die Walzengeschwindigkeit, der Walzspalt und die Pulverhöhe des Metallpulvers über dem Walzspalt an sowie die Korngrösse und Kornform sowie

030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

# Verdichtungseigenschaften des Pulvers.

## Beispiel 1:

Wie in Figur 4 dargestellt, werden über Vorratsspulen 11, die in grosser Zahl neben- und hintereinander angeordnet sind, die darauf gewickelten kontinuierlichen Fasern 13 der Pulverkammer 12 zugeführt. Die Fixierung der Fasern 13 geschieht dabei über Leit- bzw. Trennbleche 14, um einen Schichtaufbau zu erhalten. Die Leit- bzw. Trennbleche werden in der Pulverkammer 12 bis unmittelbar vor den Walzspalt 15 geführt. Durch die Drehung der beiden Walzen 16, 17 wird das in der Pulverkammer 12 befindliche Metallpulver 18 zusammen mit den Fasern 13 zu einem bandförmigen Verbundkörper 19 verdichtet, welcher anschliessend zu einer Rolle 20 aufgewickelt und anschliessend weiterverarbeitet wird.

## Beispiel 2:

Ein in Figur 2 gezeigter Verbundkörper aus einer metallischen Matrix 6 und darin eingebetteten Verstärkungselementen 4 wird durch Verdichten eines Metallpulvers erreicht, welches zuvor innig mit den Verstärkungselementen gemischt und alsdann der Pulverkammer zugeführt wurde.

2928955

Die anschliessende Verdichtung des homogenisierten Gemisches im Walzspalt hat eine Orientierung der Verstärkungselemente zur Folge, welche  $\geq$  80% des Volumensanteils der Verstärkungselemente beträgt, wodurch in  
5 Bandrichtung ein Festigkeitsanstieg von erheblicher Grösse erzielt wird.

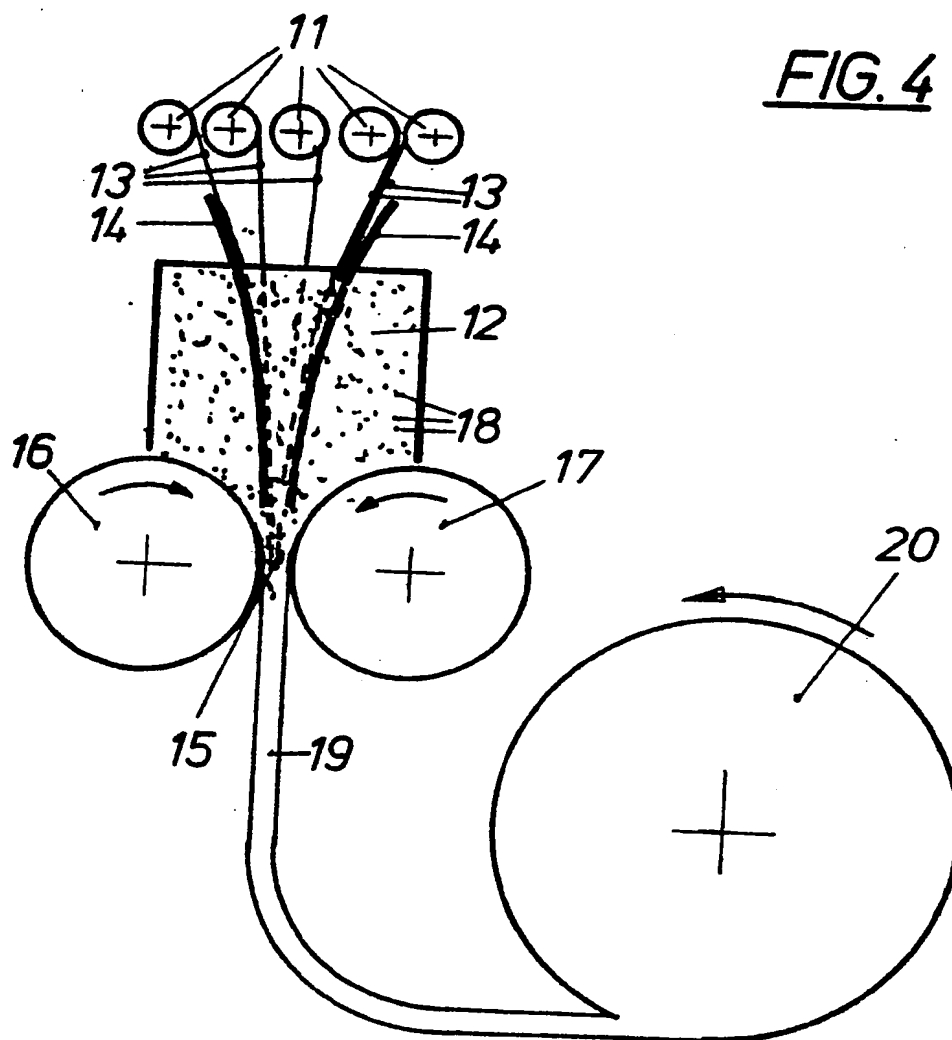
030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

-25-  
Leerseite

**THIS PAGE LEFT BLANK**

FIG. 4



030067/0128

ORIGINAL INSPECTED

6478



-27-

2928955

Nummer: 29 28 955  
Int. Cl. 2: B 22 F 3/00  
Anmeldetag: 18. Juli 1979  
Offenlegungstag: 12. Februar 1981

FIG. 1

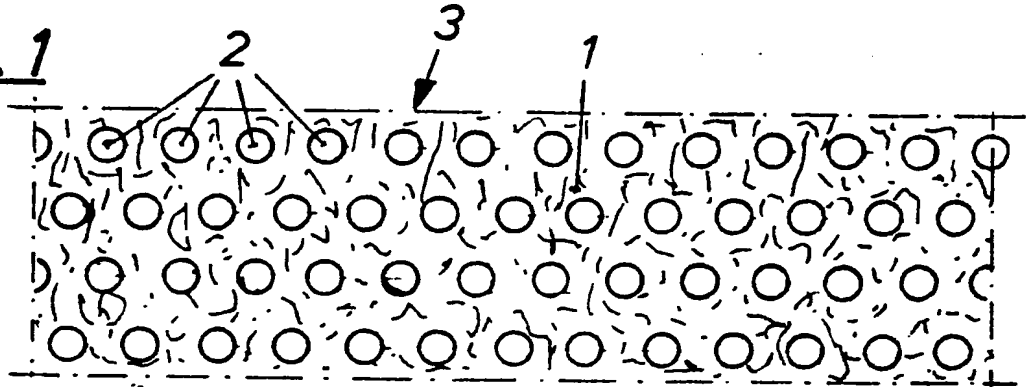


FIG. 2

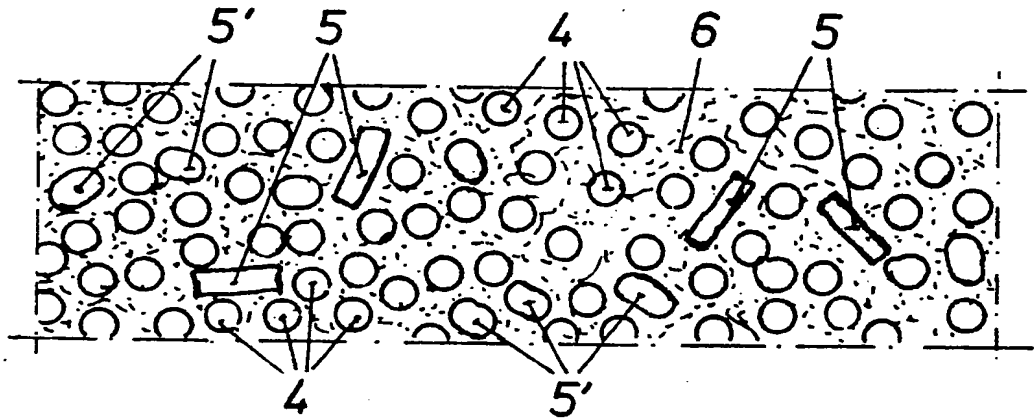
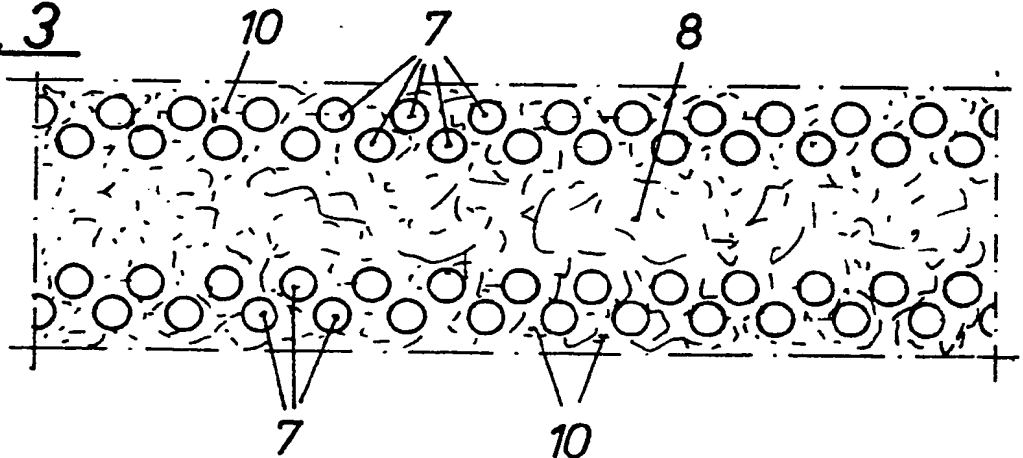


FIG. 3



030067/0128

G 478

ORIGINAL INSPECTED

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**